

PAT-NO: JP402228005A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 02228005 A

TITLE: MANUFACTURE OF
SUPERCONDUCTING COIL

PUBN-DATE: September 11, 1990

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

MITSUI, HISAYASU

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

TOSHIBA CORP

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP01046433

APPL-DATE: March 1, 1989

INT-CL (IPC): H01F005/08, H02K055/04

⑫ 公開特許公報(A)

平2-228005

⑤ Int. Cl.⁵H 01 F 5/08
H 02 K 55/04

識別記号

Z A A N
Z A A

庁内整理番号

6447-5E
7052-5H

④ 公開 平成2年(1990)9月11日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全5頁)

⑥ 発明の名称 超電導コイルの製造方法

⑦ 特 願 平1-46433

⑧ 出 願 平1(1989)3月1日

⑦ 発 明 者 三 井 久 安 神奈川県横浜市鶴見区末広町2-4 株式会社東芝京浜事業所内

⑧ 出 願 人 株 式 会 社 東 芝 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

⑨ 代 理 人 弁理士 則近 憲佑 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

超電導コイルの製造方法

2. 特許請求の範囲

予め溝および穴を形成しこの溝および穴にパラフィンワックスを充填して成るスペーサを介して超電導線を巻回し固定した後、超電導巻線の空隙部に樹脂を含浸・硬化させ、然る後前記パラフィンワックスを溶出除去し冷媒通路を形成すること、を特徴とする超電導コイルの製造方法。

3. 発明の詳細な説明

(発明の目的)

(産業上の利用分野)

本発明は超電導核磁気共鳴装置、超電導磁気推進船などに用いられる超電導コイルの製造方法に関する。

(従来技術)

従来超電導機器のコイル冷媒の通路は、例えば実公昭61-33610号公報に述べられているように、第6図に示すように超電導線(1)を多重回巻回した

ことから成るコイル(2)と支持枠(3)およびコイル(2)の間にスペーサ(4)を挿入してコイルを固定すると共に冷媒の通路となる空隙(5)を形成していた。しかし、このような方法では電流密度が高くなり、電磁力が大きくなると超電導線が動き得るためクエンチ電流を高くとれない欠点があった。

そこで、冷媒の通路となる空隙(5)に予め低温溶融材料、例えばウッドメタルなどを充填するとともに、超電導巻線を巻装して超電導線間の隙間に樹脂を含浸し、硬化させた後、低温溶融材料を加熱して除去する方法が考えられている(特公昭60-56059号公報あるいはUSP No. 3869686号)。

(発明が解決しようとする課題)

しかし、この方法によれば、超電導線の剛性は上り、超電導線自身は動き難くできクエンチし難くはできるが、冷媒の通路となる空隙に低温溶融材料を充填する作業が困難であり、かつ低温溶融材料とスペーサ、支持枠、コイルとの間に隙間ができてしまい、この部分に樹脂が浸入し、本来冷媒の通路となるべき空隙に樹脂片が残存し、長期

間使用中にこれが脱落し冷媒の通過を妨げることが起きることが懸念される。

(目的)

本発明は上述したような従来技術の有する問題を解消するために提案するもので、冷媒の通過する通路に樹脂が浸入することがなく樹脂を含浸・硬化させ、超電導線を樹脂で固め強固に固定する作業を容易に行う方法を提供するものである。

(発明の構成)

(課題を解決するための手段)

本発明は上記目的を達成するために、次のようにして成る超電導コイルの製造方法を提供するものである。まず、冷媒の通路となる溝や穴を予め形成し、この溝や穴にパラフィンワックスを隙間なく充填した絶縁板を用意する。次にこの絶縁板をスペーサとして支持枠に超電導線を巻回する。然る後熱硬化性樹脂を超電導線内、超電導線間並びに超電導線とスペーサ間に生ずる空隙部に含浸し、パラフィンワックスが溶出しないうでで硬化する。樹脂硬化し終わったら、全体をパラフィンワ

ックスの融点を越える温度に加熱し、前記、溝および穴からパラフィンワックスを溶出させる。このようにすることによってでき上がったものを液体ヘリウム等の冷媒に浸漬し、溝および穴部に冷媒を通すことにより全体を冷却し、超電導コイルを製造する。

ここでパラフィンワックスは、炭化水素混合物から成り、常温で結晶性の固体のものをいう。例えばノルマルパラフィンの主成分とする分子量300～500の炭化水素混合物（日本石油商品名：パラフィンワックス）や炭素数35～65程度のイソパラフィンおよびシクロパラフィン系炭化水素が主成分で、ノルマルパラフィンは少ない分子量500～700程度の炭化水素化合物（日本石油商品名：マイクロワックス）などがある。

(作用)

含浸された樹脂は超電導線内、超電導線間、並びに超電導線とスペーサ間に生じる空隙を埋め、超電導線とスペーサ相互を強固に接着し、通電による電磁力にも耐え、ワイヤムーブメントによる

クエンチが起き難くなる。一方パラフィンワックスが溶出してできた溝や穴には冷媒が通るため、導体を効率よく冷却できるし、万一局部クエンチが発生しても、冷媒の冷却作用により、全面クエンチに発展することはない。

また本方法によれば予めスペーサに溝や穴を形成して、これにパラフィンワックスを充填するのでスペーサの形状を工夫することにより、容易にパラフィンワックス充填作業ができる。また、隙間のないようにパラフィンワックスを充填するので、樹脂片が残存することはない。更に、パラフィンワックスは絶縁材であり、万一残留することがあっても絶縁上の問題は起きない。

(実施例)

以下本発明の一実施例についてソレノイド巻超電導コイルの製造方法について図面を用いて説明する。

第1図、第2図、第3図はスペーサの構造を説明するための図であり、第2図は第1図のA-A'線に沿う断面図で、第2図(a)は上面のみに超

電導線が接する場合のスペーサの例で、第2図(b)は上、下面に超電導線が接する場合のスペーサの例である。また第3図は支持枠の心部に装着するスペーサを示す図で、第3図(b)は第3図(a)の側面図である。第1図～第3図はリング状の一体物で示しているが、装着し易いように分割してもよい。

第1図、第2図、第3図に示すように絶縁物から成るスペーサ(4)に予め溝(6)および穴(7)に、図示しないがパラフィンワックスを加熱して溶かし込み、隙間のないように充填する。次に第4図および第5図を用いて超電導コイルの製造過程を述べる。

第1図ないし第3図に示したスペーサ(4)をその溝(6)面が巻回される超電導線(1)に対向するように予め支持枠(3)に装着する。支持枠(3)にも穴(7)が、スペーサの穴に連結するようにあけてあり、この部分にもパラフィンワックスを予め充填しておく。このようにした後、超電導線(1)を張力を加えながらスペーサの間に巻回し、超電導コイル(2)を形成

する。超電導線(1)としてはモノリシス線、燃線いずれの構造のものでも良いが、本方式により適しているのは超電導線内に空隙部分が比較的多くなる交流用の超電導線としてよく使用される燃線、あるいは燃々線である。超電導線を巻き終ったら、ガラス、ケブラーなどからなる絶縁性の繊維(8)を多重回巻回し、更にプラスチックフィルムテープを巻いたり、あるいは室温で硬化するワニスを含布することによりシール層を形成する。このシール層には樹脂を注入するための含浸口(10)を形成しておく。次にパラフィンワックスの融点より低温で硬化する熱硬化性樹脂(図示せず)を前記含浸口(10)を通して真空加圧含浸し、硬化させる。樹脂が硬化し終ったらパラフィンワックスの融点以上に全体の温度を上げ、パラフィンワックスを流出させることによって、冷媒の通路となる空隙を形成する。運転時は全体を液体ヘリウムのような冷媒に浸漬する。

次に本実施例の作用について述べる。

超電導線(1)に張力を加えた状態で、超電導線(1)

するのではなく、スペーサにパラフィンワックスを充填した後、スペーサを支持枠に装着するので支持枠に直接パラフィンワックスを充填するのが困難な狭い場所のある場合でも容易に作業ができる。更に隙間のないようにパラフィンワックスを充填できるので、樹脂片が残存することはなく、冷却通路を塞ぐ心配はない。

本実施例では、ソレノイド巻超電導コイルについて説明したが、他の実施例としてレーストラク形、鞍形等のような形状の超電導コイルにも適用できる。

また上記の実施例では、超電導線を押えつけるのに、繊維を巻き付ける方法を採用したが、例えば、FRP(繊維強化プラスチック)などを超電導線上に当て、ボルトで締め付けた上FRPとスペーサ間をシリコンRTVなどでシールし、予めFRPに明けられた穴を通して、樹脂を含浸・硬化することもできる。

〔発明の効果〕

以上述べたように本発明によれば、冷媒の通る

内の隙間(燃線の場合には燃線内の空隙)、超電導線間の隙間、更には超電導線とスペーサ間の隙間等に樹脂が含浸され硬化されており、超電導線は強固に固定されているため、電磁力等によって動き難い。従ってワイヤムーブメントによるクエンチが起き難い。

また、スペーサに形成された溝や穴に冷媒が流入し、超電導体を直接冷却するため、効率よく冷却が行われる。従って万一局所的なクエンチが起きても、迅速に冷却されるため、超電導コイルの全面的なクエンチに発展し難い。

以上のように本実施例により得られた超電導コイルは上述のようにワイヤムーブメントが起き難く、効率よく冷却が行えるため、クエンチが起き難く、高い電流密度の超電導コイルとすることができる。

充填材としてパラフィンワックスを使用したため、万一超電導コイル内に充填材が残留しても絶縁上の問題は起きない。

また、支持枠に直接パラフィンワックスを充填

溝や穴を塞ぐことなく、超電導線内、超電導線間および超電導線とスペーサ間に樹脂を含浸・硬化させ超電導コイルを強固に固定しているため、電磁力等が作用してもワイヤムーブメントが起き難い。また前記溝や冷媒を通し、超電導線を直接冷却し得るので、クエンチが起き難く、また局所的なクエンチが起きても全面的クエンチに発展し難い超電導コイルを提供できる。

更に、充填物としてパラフィンワックスを使用したため、万一超電導コイル部に残留したとしても、絶縁上何ら有害な作用をなさない。また、スペーサにパラフィンワックスを隙間なく充填する方式を採っているため、支持枠に直接充填する方式に比べ、容易に作業が行え、樹脂が残存して冷却路を塞ぐ心配がないという長所を有している。

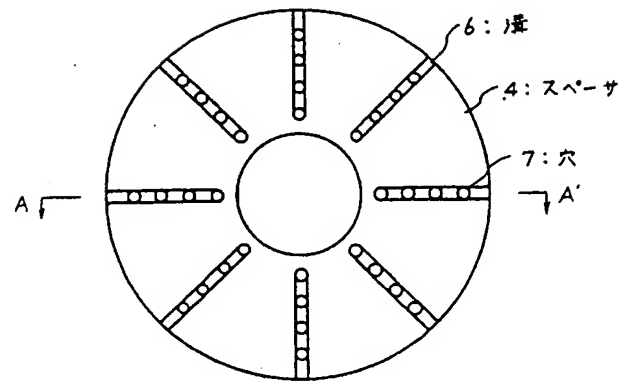
4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例に係るスペーサの上面図、第2図(a)は第1図のA-A'面に沿う断面図、第2図(b)はコイル間に挿入されるスペーサの断面図、第3図(a)は本発明の一実施例に係る

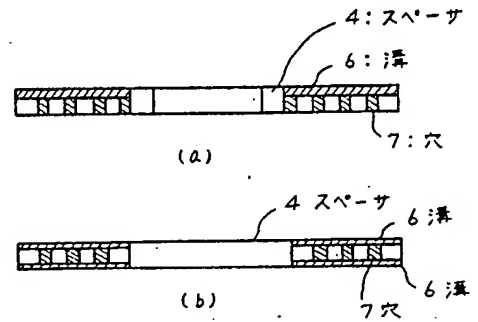
支持棒の心部に接するスペーサの側面図、第3図(b)は第3図(a)の上面図、第4図は本発明の一実施例に係る支持棒、スペーサ、超電導線等の構成を説明するための組立断面図、第5図は第4図の外観図、第6図は超電導コイルの従来の製造方法を説明するための要部断面図である。

- | | |
|--------|--------|
| 1…超電導線 | 2…コイル |
| 3…支持棒 | 4…スペーサ |
| 5…空隙 | 6…溝 |
| 7…穴 | 8…繊維 |
| 9…シール層 | 10…含浸口 |

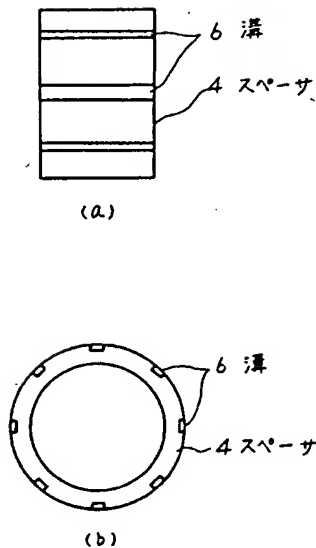
代理人 井理士 則 近 憲 佑
同 弟子丸 健



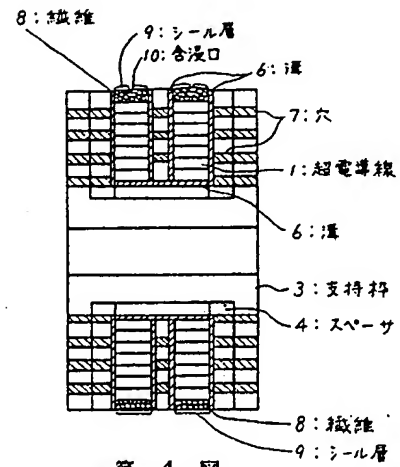
第 1 図



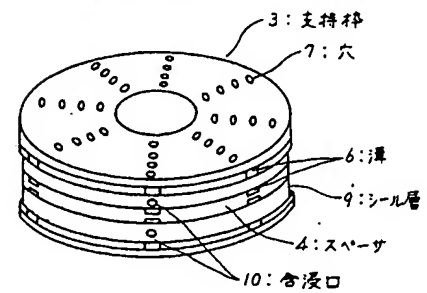
第 2 図



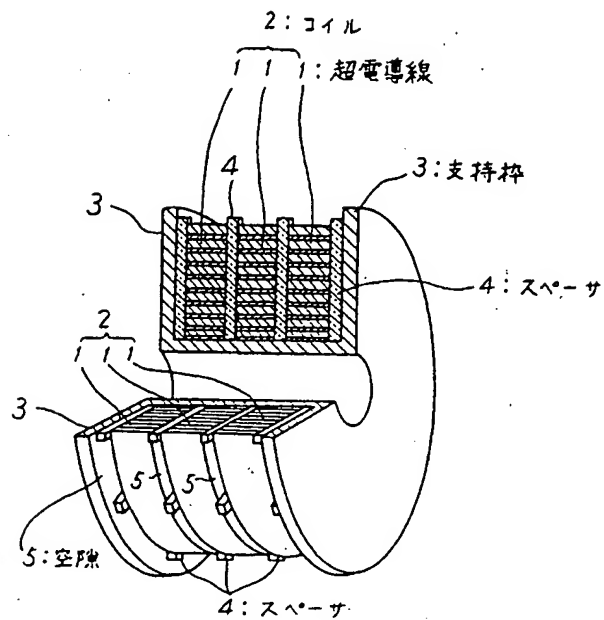
第 3 図



第 4 図



第 5 図



第 6 図